

УДК 631.435

СИСТЕМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДУ АГРОГРУНТІВ

В. Смільський, к.т.н.

*Тернопільський національний педагогічний університет
ім. В. Гнатюка*

Ключові слова: моделювання, структура, гранулометричний склад, система.

Традиційні методи обробки накопиченої інформації не є ефективними для формування якісно нових знань і розрахунку параметрів робочих органів землеробських знарядь для різних технологічних умов їх роботи. У статті обговорюється можливість вдосконалення формалізованого опису будови агроґрунтів на основі моделі «прозорої скриньки» для вирішення прикладних завдань у дослідженнях їх властивостей та підвищення ефективності управління процесами їх обробітку.

Постановка проблеми. Сучасні технології обробітку агроґрунтів вельми деструктивні для аграрного виробництва і є причиною виснаження земельного потенціалу АПК, зниження ґрунтової родючості [1–4]. Визнання критичного стану потребує переосмислення техногенної концепції впливу на агроґрунти і зумовлює необхідність пошуків наукових рішень, які би повною мірою відповідали потребам сучасного агропромислового виробництва. Негативні явища, які спостерігають у процесі використання ґрунтів як засобу виробництва, зумовлюють потребу відтворення агрофізичних властивостей і наукового їх обґрунтування [2; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За багатолітню історію дослідження агроґрунтів накопичений великий обсяг експериментальних результатів про вплив різних властивостей ґрунту на врожайність культурних рослин [1; 3; 5]. Основоположником вивчення фізичних властивостей ґрунтів вважається видатний російський агроном І. М. Комов (1750-1792) [6]. У своїй книзі «Про землеробство», виданій у 1788 р., він писав: «Само земледелие есть не что иное, как часть физики опытной...». Він один із перших сформулював принцип вивчення гранулометричного складу ґрунту на основі розділення його на фракції «глина» і «пісок» [6].

Одним із перших у світі, хто виявив негативний вплив оранки на структуру ґрунту, був І.Є. Овсінський (1899 р.). Він писав: «Я отвергаю глубокую пахоту плугом и признаю необходимость рыхления почвы, но это

должен делать не плуг, выворачивающий нижний слой каждый год, а почвоуглубитель и культиватор. Я признаю необходимость только мелкой пахоты на 2 - 3 дюйма (8 - 7 см) для уничтожения сорных трав и прикрытия навоза». Його послідовником був Т.С. Мальцев, який запропонував систему обробітку ґрунту, у якій передбачався тільки поверхневий обробіток на глибину не більше 10 см, а на паровому полі розпушування на глибину 40 - 50 см.

На зорі появи тракторної тяги Н. А. Качинський виявив негативний вплив механізованого обробітку на фізичні властивості ґрунтів [5]. Важливе значення надавали цій проблемі М. Х. Пігулевський (1929), С.Н. Рижов та інші вчені [5 ; 6]. З появою важких енергонасичених тракторів масою понад 4-8 т (МТЗ-82, Т-150К, К-700) і зростанням інтенсивності механічного обробітку проблематика аграрного землекористування стала об'єктом пильної уваги вітчизняних і зарубіжних учених. Науковому обґрунтуванню рівня механічного впливу землеробських знарядь на природний потенціал АПК присвячені роботи засновника землеробської механіки академіка В.П. Горячкіна. Він уперше увів термін «разрушение почвы». У своїх працях він писав: «Если в общей технике разрушенный материал (металл, камень) составляет отброс, то в земледельческой механике получение нужных параметров стружки, т. е. придание почве мелкокомковатости – это цель работы» [7].

Відаючи належне науковим досягненням перелічених авторів, слід констатувати той факт, що широкий діапазон науково-технічних аспектів господарських проблем у сфері землекористування не отримав вичерпної наукової інтерпретації. Загальним методологічним началом зазначених робіт є модель «чорна скринька», яка дозволяє досліджувати функціональні властивості ґрунту, не вникаючи в його внутрішню структуру, що не задовольняє повною мірою потреби сучасної сільськогосподарської практики у пошуку нових знань (рис. 1). Наукова цінність отримуваних на такій базі висновків виявляється мінімальною: вони придатні тільки для тих умов, де були отримані.

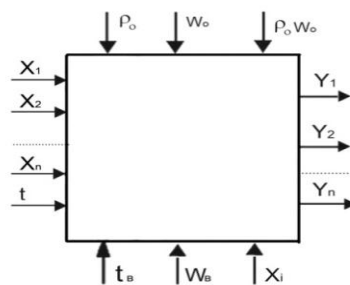


Рис. 1. Схема моделі об'єкта «чорна скринька».

Тут входами $X_1, X_2 \dots X_n$ можуть бути різноманітні чинники родючості, наприклад вид добрив і норми їх внесення, вид і параметри механічного обробітку, а з іншого боку – фізичний стан самого ґрунту – щільність ρ і вологість W . Виходами є різні параметри, що цікавлять дослідника. Агрономічними виходами (Y_1) найчастіше приймають врожайність культур або різні властивості ґрунтів, а механічними - витрати енергії на його обробіток (Y_2). Окрім цього, на ґрунт діють чинники зовнішнього середовища – температура t_n і вологість повітря W_n , кількість і частота опадів, інші чинники X_i . Отримані у такий спосіб експериментальні залежності «вхід-вихід» апроксимуються різними математичними функціями, які відображають вплив на досліджуваний процес усієї сукупності чинників, але не дають змоги екстраполювати результати досліджень за межі умов досліду.

Простота моделі «чорна скринька» оманлива. Тут прихована велика множина різновидів агроґрунтів з широким діапазоном варіювання параметрів їх фізико-механічних властивостей. Зміна тільки двох основних показників фізичного стану одного і того ж ґрунту (ρ і W) на 5 рівнях дає $N = 2^5 = 32$ параметри стану ґрунту. Кількість цих станів збільшується до 243, якщо третім чинником вважати взаємодію перших двох. У таких умовах важко оцінити місце і роль кожного конкретного опису на всій множині різновидів ґрунтів і виникаючі відмінності між розрахунковим і фактичним ефектом від робочих процесів. На такому рівні моделювання агроґрунтів глибока інтерпретація результатів досліджень утруднена, оскільки їх суть залишається прихованою від дослідника і недоступною його пізнанню. Крім входів, які призначені для управління процесом: вид обробітку, параметри робочих органів, швидкість руху, ширина захвату знаряддя – треба врахувати механічну дію поверхні ґрунту на колеса МТА: якість операції буде різною залежно від поверхні – цілина, оранка, чи поле, підготовлене для посіву. Треба ще згадати декілька реально існуючих чинників зовнішнього середовища. Як бачимо, побудова моделі «чорна скринька» не є тривіальним завданням. Головною причиною множинності входів і виходів у моделі «чорна скринька» є те, що всяка реальна система взаємодіє з навколишнім середовищем необмеженим числом способів. Критерієм відбору чинників є цільове призначення моделі, істотність того чи іншого зв'язку стосовно мети. Саме тут можливі помилки. Той факт, що ми виключаємо з розгляду деякі зв'язки, не позбавляє їх реальності, вони все одно діють незалежно від нас.

Постановка завдання. Мета роботи – розробка структурної моделі складу агроґрунтів на основі «прозорої скриньки» для їх ідентифікації за атрибутивними параметрами і властивостями.

Виклад основного матеріалу. Розуміння екологічної сутності відтворення оптимальних агрофізичних параметрів ґрунтів є вихідним моментом для вирішення найважливішої технологічної проблеми, засобом забезпечення високої ефективності сучасних систем землеробства. Створення розрахункової моделі ґрунтової основи, яка забезпечувала б достатню відповідність між результатами розрахунку і дійсністю, все ще є однією з найважливіших проблем землеробської науки. Очевидно, що питання, які стосуються внутрішньої будови системи, неможливо вирішити за допомогою моделі «чорна скринька».

Для об'єктивної ідентифікації агроґрунтів необхідно підходити з погляду того, що в них поєднується живе і неживе, а їх внутрішній склад представити як певну систему. Системний підхід дає змогу побачити за різноманіттям конкретних явищ головне — «принципову схему» будови ґрунту [8]. Черговим кроком у розвитку моделі ґрунтової системи може стати модель складу, яка відображає з яких частин (підсистем і елементів) вона складається (рис. 2). Усі елементи системи мають різну фізичну природу, незалежні між собою, але всі разом створюють нову властивість – родючість ґрунту. Залежно від кількості елементів система може набувати безліч станів, а отже і властивостей.

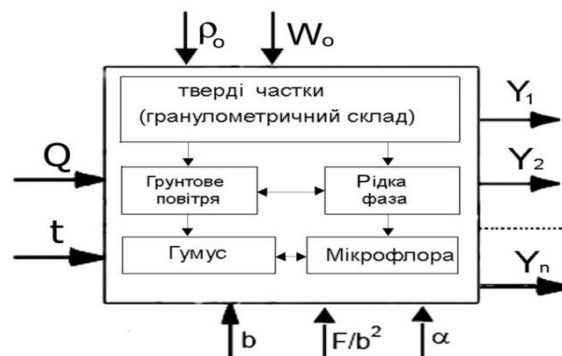


Рис. 2. Системна модель складу агроґрунту.

Якщо число комбінацій з двох чинників (32) помножити на число наявних в Україні різновидів ґрунтів (понад 700), то отримаємо 22 400 фізично різних ґрунтових станів. У цій моделі визначальним є елемент «гранулометричний склад», тому його детальна характеристика може привести до згортання неосяжного фактичного матеріалу в осяжні структури (структуризація) і узагальнення структурного різноманіття агроґрунтів. Лише зупинившись на певному виді ґрунту за гранулометричним складом,

можна отримати найперше уявлення про характер взаємозв'язку між показниками їх фізико-механічних властивостей. Фрактальний метод структуризації гранулометричного складу дозволяє запровадити кількісну міру розглянутих побудов у вигляді показника дисперсності [9]. Наприклад, функціями гранулометричного складу є водно-фізичні властивості ґрунту, щільність складення [3].

Модель складу є цільовою, тому з погляду ґрунтознавства, агрохімії та механіки ґрунтів вони будуть різними. Для досягнення деяких практичних цілей достатньо моделі «чорної скриньки» або моделі «складу». Проте є питання, які за допомогою цих моделей вирішити не можна, необхідно виявити певні зв'язки між елементами. Наприклад, необхідно розповсюдити результати дослідження на подібні умови певної території. Це можна зробити лише за допомогою структурної моделі.

Висновки. У сучасній землеробській механіці агроґрунтів явища і процеси досліджуються на основі функціональних моделей. Методологічною базою таких досліджень є модель «чорна скринька», а для оцінювання отриманих залежностей між входами і виходами використовують статистичні властивості отриманих даних.

Запропонована модель системної будови агроґрунтів на основі «прозорої скриньки» дає змогу отримати нові наукові знання за рахунок розширення кола облікових чинників і можливості аналізу великих масивів інформації.

Бібліографічний список

1. Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур / [Медведев В. В., Бука А. Я., Губарева Д. Н. и др.]. - К. : Урожай, 1991. –175 с.
2. Медведев В. В. Ґрунтово-технологічні вимоги до ґрунтообробних знарядь і ходових систем машинно-тракторних агрегатів / В. В. Медведев, Т. М. Лактіонова; ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. о.н. Соколовського. – Харків : КП «Друкарня №13», 2008. - 68 с.
3. Медведев В. В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В. В. Медведев. – М. : Агропромиздат, 1988. – 157 с.
4. Медведев В. В. Использование агрофизических свойств черноземов при разработке почвообрабатывающих машин / В. В. Медведев, П. И. Слободюк, В. Ф. Пашенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – № 3. – С. 6-8.
5. Качинский Н. А. Физика почвы. Ч. 2: Водно-физические свойства и режимы почв / Н. А. Качинский. – М. : Высш. шк., – 1970. – 360 с.
6. Ивлев А. М. Физика почв : курс лекций. / А. М. Ивлев, А. М. Дербенцева. – Владивосток : Изд-во Дальневосточ. ун-та, 2005. - 74 с.

7. Горячкин В. П. Собрание сочинений / В. П. Горячкин. Т. 2.- М., 1965. – 455 с.

8. Перегудов Ф. И. Введение в системный анализ : учеб. пособие для вузов / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. – М. : Высш. шк., 1989. – 367 с.

9. Смільський В. В. Статистична характеристика гранулометричного складу ґрунтів / В. В. Смільський, О. В. Сидорчук // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2006. – Вип. 95. – С. 257 – 262.

Smilskij V. System simulation of soil structure

The traditional methods of processing the accumulated information are not effective in order to form the new knowledge and calculation the parameters of the agricultural implements according different technological conditions of its work. The possibility of improving the formalized description of soils which on the model of «transparent box» is established in this article. It helps to solve applied problems concerning investigation of its properties and improving the management of its cultivation.

Keywords: modelling, structure, size distribution, system.

Смильський В. Системне моделювання складу ґрунту.

Традиційні методи обробки експериментальної інформації не являються ефективними для формування якісно нових знань і розрахунок параметрів робочих органів земледельчих орудій для різних технологічних умов їх роботи. В статті обговорюється можливість удосконалення формалізованого опису будови ґрунту на основі моделі «прозорого ящика» для рішення прикладних задач в дослідженнях їх властивостей і підвищення ефективності управління процесами їх вирощування.

Ключевые слова: модель, структура, гранулометрический состав, система.